

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-6514

(43)公開日 平成5年(1993)1月14日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

G 1 1 B 5/31

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 7326-5D

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号

特願平3-183791

(22)出願日

平成3年(1991)6月28日

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番  
地

(72)発明者 藤沢 渉

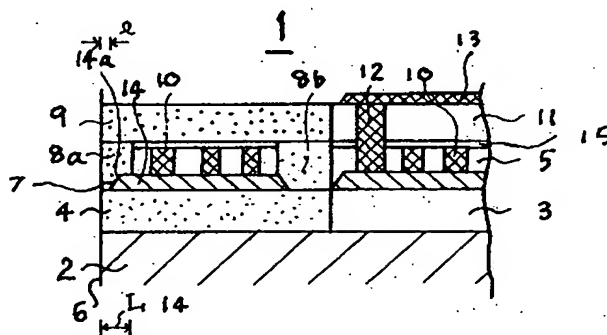
神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番  
地 日本ビクター株式会社内

(54)【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57)【要約】

【構成】 下コア4、上コア9、これらを接続する中間コア8a、8bが絶縁層3、5、11中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、下コア4、中間コア8aの接続部にギャップ7を形成してなる薄膜磁気ヘッドの改良である。ギャップ7を挟む下コア4、中間コア8aの間にギャップ7(層)より厚いスペーサ層14を形成した( $t < s$ )。

【効果】 寿命寸法1を短く設定しても、スペーサ14 10により中間コア8aの媒体対向面からの垂直方向の厚みLが薄くならないので( $L > 1$ )、中間コア8aの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となる。スペーサ14により磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】下コア、上コア、これらを接続する中間コアが絶縁層中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、前記コアの接続部にギャップを形成してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップを挟むコアの間に、ギャップ層より厚いスペーサ層を形成したことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】スペーサ層材料のエッチングレートが、被加工材である絶縁層材料のエッチングレートより遅い材料であることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】スペーサ層は、端部の厚みがギャップに向かって減少したテーパ状であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は薄膜磁気ヘッドに係わり、特に高密度磁気記録に好適な薄膜磁気ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最初に、図 8 を参照して従来の薄膜磁気ヘッド 20 の構造と製造方法を説明する。基板 21 上に磁性膜を形成し、フォトリソグラフィやエッチングにより下コア 22 を形成する。下コア 22 上に端部が（磁気）ギャップ 23 となるように非磁性材 24 を形成する。次に、絶縁層 25、導体層を形成し、フォトリソグラフィやエッチング法等を用いて、コイルパターン 26 とする。コイルパターン 26 が形成され段差のついたコイル形成面上に、絶縁層 27、磁性層を形成して、上コア 28 とする。

【0003】従来の薄膜磁気ヘッド 20 においては、絶縁層 25 と段差のあるコイルパターン 26 上に、絶縁層 27 を形成し、さらにこの絶縁層 27 の上に、上コア 28 を形成しているので、層を重ねるごとに、その段差は大きくなる。例えば、通常の両コアの厚さが約  $5\mu\text{m}$ 、コイルパターンの厚さが約  $3\mu\text{m}$  の場合、上コア形成直前においては、段差は  $10\mu\text{m}$  にまで達する。

【0004】このような段差がある面上においては、フォトリソグラフィによる解像度が極端に悪くなり、段差の大きさ程度の解像度が限度であった。そのため、コイルの巻数を多くするために、コイルパターン 26 のピッチ間隔を小さく形成しようとしても解像度が悪いいため、小さくできない。その結果、その上下に形成する上下コア 22、28 の長さを大とする必要があり、磁路長の増加により磁気抵抗が高くなり、薄膜磁気ヘッドとしては、性能が悪くなるという問題点があった。

【0005】このような問題点を解決したものとして、本出願人が先に出願した特開平 3-58308 号公報記載の薄膜磁気ヘッドがある。これは、図 9 に示すよう

2

に、絶縁層にエッチングによりコア形状の溝を形成し、その溝に磁性体を充填し、表面を平坦化し、それを積み重ねて磁気回路を形成した薄膜磁気ヘッド 30 である。31、32a、32b、33 は磁性体からなるコア、35 はコイルパターン、36、37、38 は絶縁層、39 は磁気ギャップである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記薄膜磁気ヘッド 30 には以下のような問題点があり、高性能で信頼性の高い薄膜磁気ヘッドを提供することが困難であった。①通常、ヘッドが媒体と対向する面（スライダ面）からギャップが開き始めるところまでを寿命寸法またはギャップ深さと呼び（図 9 及び図 10 中の 1）、これが大きければ磨耗によるヘッド寿命は伸びる。しかし、大きすぎると磁気抵抗が大きくなるため記録時はギャップ先端での漏れ磁束が減少して効率が落ち、再生時は出力が減少するため、適当な長さに設定する必要がある。例えば磁気ディスク用浮動ヘッドの場合、寿命寸法は一般に  $1\mu\text{m}$  前後に設定される。しかし、図 10 のように、寿命寸法を短く設定するほど中間コアの媒体対向面と垂直方向の厚みが薄くなるため、磁極の一部が飽和しやすい。

【0007】②また、図 9 のような薄膜磁気ヘッド 30 においては、コア状の溝を例えば反応性ドライエッチング（RIE）によって加工するため、エッチング側壁が垂直形状となり易く、そこに埋込み形成された磁性体（コア）断面も垂直となり、1 層分のコアはブロック状を呈する。そして、このようなブロック状のコアを積み重ねることにより、全体としてリング状の磁気回路を形成するので、角張ったコア断面形状を有することとなり、図 8 に示した薄膜磁気ヘッドの磁束（図中の G1）と比較して磁束（図中の G2）が磁気ギャップ先端に集中しにくい。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記問題点を解決するために、下コア、上コア、これらを接続する中間コアが絶縁層中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、前記コアの接続部にギャップを形成してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップを挟むコアの間に、ギャップ層より厚いスペーサ層を形成した薄膜磁気ヘッドを提供するものである。

【0009】上記のように構成された薄膜磁気ヘッドにおいては、ギャップ層より厚いスペーサによりギャップを挟むコアの媒体対向面からの垂直方向の厚み L が寿命寸法 l よりも薄くならないので（ $L > l$ ）、コアの部分的な磁束飽和がない。また、ギャップを挟むコアの間にスペーサ層を形成したので、磁束の漏れが減少する。

【0010】

【実施例】本発明になる薄膜磁気ヘッドの一実施例を以下図面と共に詳細に説明する。本薄膜磁気ヘッドは、絶

3

縁層にエッチングによりコア形状の溝を形成し、その溝に磁性体を充填し表面を平坦化し、それを積み重ねて磁気回路を形成するものであり、さらに、磁気ギャップ層を挟む磁性体層（コア）の間にギャップ層より厚いスペーサ層を形成したものである。

【0011】【実施例1】第1図は本発明になる薄膜磁気ヘッド1を示す概略断面図である。同図に示すように、基板2上には平坦な下部絶縁層3が形成されており、この下部絶縁層3に形成された溝に磁性材が充填され、前記下部絶縁層3と段差なく平坦に形成された下コア4が形成されている。

【0012】下部絶縁層3上には中間絶縁層5が形成されており、この中間絶縁層5の端部（記録媒体対向面6）には（磁気）ギャップ7を介して、磁性材からなる中間コア8aが下コア4と近接するように埋設され、この中間コア8aと距離を隔てた内側には磁性材からなる中間コア8bが下コア4と直接接合するように埋設されている。中間絶縁層5の内部には、平面的なコイルパターン10が前記中間コア8bを取り巻くように螺旋状に埋設されている。コイルパターン10の一端部は、上部絶縁層11に穿設されたスルーホール内に埋められた導体12を介して、外部のリード線13と接合し、外部装置と電気的な接続が可能となっている。なお、15はコイルパターン10と上コア9との絶縁層である。

【0013】また、前記中間絶縁層5の上には上部絶縁層11が形成され、この上部絶縁層11には両端部が中間コア8a及び8bと接合するように上コア9が形成され、前記下コア4と共に磁気回路を形成している。さらに、ギャップ7を挟む上コア9と中間コア8aの間に、上コア9上にギャップ（層）7（厚さ $t$ ）より厚いスペーサ層14（厚さ $s$ ）が形成されている（ $t < s$ ）。スペーサ層14の端部14aの厚みはヘッド先端部（記録媒体対向面6、ギャップ7）に向かって減少し、スペーサ層14の端部14aはテーパ状である。

【0014】このように、本発明になる薄膜磁気ヘッド1においては、平坦な3つの絶縁層、すなわち、下部絶縁層3、中間絶縁層5、上部絶縁層11が積み重ねられ、これら絶縁層内の所定の個所に形成された磁性層が接続され磁気回路を形成しているため、段差のない各絶縁層面でフォトリソグラフィが可能となる。よって、寸法精度の優れた小型のコイルパターン・磁気コアが得られるので、磁気抵抗が低く、性能の良い薄膜磁気ヘッドを得ることが可能となる。

【0015】さらに、寿命寸法（図中の $l$ ）を短く設定しても、スペーサ14により中間コア8aの媒体対向面からの垂直方向の厚み $l$ が薄くならないので、コアの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となる。また、スペーサ（層）14を形成することにより磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。さらに、スペーサ14の端部14aを

4

テーパ形状にすることにより、ヘッド先端部分（ギャップ近傍）の磁界がギャップ先端に集中するので、効率の良い書き込みが可能となる。

【0016】次に、薄膜磁気ヘッド1の製造方法について、図6及び図7を参照して説明する。

第1工程（図6のA）

基板2にSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層3を1～10 $\mu$ mの厚さに、スパッタ、蒸着、CVD等により形成し、フォトリソグラフィとエッチングにより、コア形状の溝4Xを形成する。

【0017】第2工程（図6のB）

Fe、Co、Niを主成分とした軟磁性薄膜をスパッタ、蒸着、CVD、めっき等により前記溝4Xの深さより厚く形成し、研磨により上部の余分な磁性層を除去して表面を平坦化し、下コア4とする。

【0018】第3工程（図6のC）

エッチング剤、例えばCF<sub>4</sub>によるドライエッチングに対してエッチングレートの低い材料（例えば、CaTiO<sub>3</sub>、BaTiO<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等）を、1～数 $\mu$ mの厚さでスパッタ等により成膜し、イオンミリング等の方法により中間コア（8a、8b）と下コア4が接続する部分を除去する。この層がスペーサ14（厚さ $s$ ）となる。また、スペーサ14の端部14aをテーパ形状にすることによって、磁界をより急峻にすることができる。テーパ形状は、イオンミリング加工時にイオンビーム入射角を適当に選んでやることにより容易に得られる。

【0019】第4工程（図6のD）

下コア4、スペーサ14上に、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層5を1～5 $\mu$ m形成する。

【0020】第5工程（図6のE）

絶縁層5中に、コアと同じようにコイル状の溝をエッチングにより形成し、Cu、Al、Au、Ag等の導体膜を蒸着、スパッタ、めっき等により形成して、研磨により上層の余分な導体を除去して表面を平坦化し、コイル10とする。このコイル溝の形成時、スペーサ14が被加工材である絶縁層5よりエッチングレートが遅い材料としてあるので、スペーサ14はエッチングストップとして働き、スペーサ14の上部でエッチングは停止し、下コア4までエッチングが進行することを防止する。スペーサ14により、コイル10と下コア4との電気的な絶縁がとられる。

【0021】第6工程（図6のF）

上コア（9）とコイル10との電気的な絶縁のためにSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層15を0.1～1 $\mu$ m形成する。

【0022】第7工程（図6のG）

前部中間コア8aの溝8aXをフォトリソグラフィとエッチングにより形成する。この時、溝8aXを下コア4の磁性体までエッチングせず、ギャップ長分残してエッチングを止め（厚さ $t$ ）、残った絶縁層が（磁気）ギ

5

ギャップ7となる。エッチング途中で露出するスペーサ14はエッチングレートが小さいため、エッチングによる膜厚の減少は殆ど無い。

【0023】第8工程（図7のA）

後部中間コア溝8bXをエッチングする。この時、溝8bXは下コア4に達するまでエッチングする。

【0024】第9工程（図7のB）

中間コアの溝8aX、8bXにFe、Co、Niを主成分とした軟磁性薄膜をスパッタ、蒸着、CVD、めっき等により溝の深さより厚く成形し、研磨により上部の余分な磁性層を除去して表面を平坦化し中間コア8a、8bとする。

【0025】第10工程（図7のC）

中間コア8a、8b上に、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層11を1～10μm形成する。

【0026】第11工程（図7のD）

絶縁層11に、下コア4と同じように上コア9を形成する。

【0027】第12工程（図7のE）

コイル10の上層の絶縁層11にスルーホールをエッチングにより形成しスルーホール内を導体12で充填し、Cu、Al、Au、Ag等の導体膜を蒸着、スパッタ、めっき等により1μm前後形成しフォトリソグラフィとエッチングによりリード線13を形成する。最後にチップを切断し、X-X線以上まで研磨等の工程により加工し、所定の磁気ヘッドの形状にする。

【0028】【実施例2】第2図は、（磁気）ギャップ7を上コア9と中間コア8aの間に設定した薄膜磁気ヘッド16である。この薄膜磁気ヘッド16では、上コア9と中間コア8aの間にスペーサ14を設けてある。

【0029】【実施例3】第3図は、2層のコイルパターン10-1、10-2、2層の下中間コア8a-1、8b-1、上中間コア8a-2、8b-2からなり、（磁気）ギャップ7を下コア4と下中間コア8a-1の間に設定した薄膜磁気ヘッド17ではある。この薄膜磁気ヘッド17は、下コア4と下中間コア8a-1の間にスペーサ14を設けてある。

【0030】【実施例4】第4図は、2層のコイルパターン10-1、10-2、2層の下中間コア8a-1、8b-1、上中間コア8a-2、8b-2からなり、（磁気）ギャップ7を下中間コア8a-1と上中間コア8a-2の間に設定した薄膜磁気ヘッド18である。この薄膜磁気ヘッド18では、下中間コア8a-1と上中間コア8a-2の間にスペーサ14を設けてある。

【0031】【実施例5】第5図は、2層のコイルパターン10-1、10-2、2層の下中間コア8a-1、8b-1、上中間コア8a-2、8b-2からなり、（磁気）ギャップ7を上コア9と上中間コア8a-2の間に設定した薄膜磁気ヘッド19である。この薄膜磁気ヘッド19では、上コア9と上中間コア8a-2の間にスペーサ14を

6

設けてある。

【0032】実施例2～5に示した薄膜磁気ヘッド14～17においても、平坦な絶縁層が積み重ねられ、これら絶縁層内の所定の個所に形成された磁性層が接続され磁気回路を形成しているため、段差のない各絶縁層面でフォトリソグラフィが可能となる。よって、寸法精度の優れた小型のコイルパターン・磁気コアが得られるので、磁気抵抗が低く、性能の良い薄膜磁気ヘッドを得ることが可能となる。

【0033】さらに、寿命寸法（図中の1）を短く設定しても、スペーサ14により中間コア8aの媒体対向面からの垂直方向の厚みLが薄くならないので、コアの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となる。また、スペーサ（層）14を形成することにより磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。さらに、スペーサ14の端部14aをテーパ形状にすることにより、ヘッド先端部分（ギャップ近傍）の磁界がギャップ先端に集中するので、効率の良い書き込みが可能となる。

【0034】

【発明の効果】本発明になる薄膜磁気ヘッドは、下コア、上コア、これらを接続する中間コアが絶縁層中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、前記コアの接続部にギャップを形成してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップを挟むコアの間にギャップ層より厚いスペーサ層を形成したものであるから、寿命寸法を短く設定しても、スペーサによりギャップを挟むコアの媒体対向面からの垂直方向の厚みが薄くならないので、コアの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となり、さらに、スペーサにより磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明になる薄膜磁気ヘッドの一実施例を示す概略断面図である。

【図2】磁気ギャップを上コアと中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図3】コイル（及び中間コア）を2層にして、磁気ギャップを下コアと下中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図4】コイル（及び中間コア）を2層にして、磁気ギャップを上中間コアと下中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図5】コイル（及び中間コア）を2層にして、磁気ギャップを上コアと上中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図6】本発明になる薄膜磁気ヘッドの製造工程（第1工程から第7工程）を示す図である。

【図7】本発明になる薄膜磁気ヘッドの製造工程（第8工程から第12工程）を示す図である。

【図8】従来の薄膜磁気ヘッドを示す概略断面図である。

【図9】従来の薄膜磁気ヘッドを示す概略断面図で、コアが角張っているために磁界が急峻にならない様子を説明する図である。

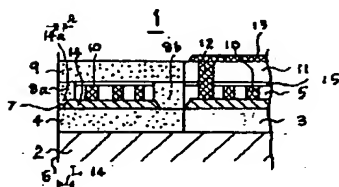
【図10】従来の薄膜磁気ヘッドを示す概略断面図で、寿命寸法の大小により磁路が狭くなる様子を説明する図である。

【符号の説明】

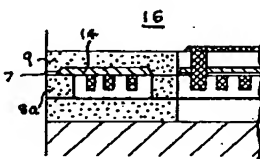
- 1 薄膜磁気ヘッド
- 2 基板
- 3 下部絶縁層
- 4 下コア
- 5 中間絶縁層
- 6 記録媒体対向面

- 7 (磁気) ギャップ
- 8 中間コア
- 8 a-1, 8 b-1 下中間コア
- 8 a-2, 8 b-2 上中間コア
- 9 上コア
- 10 コイルパターン
- 10-1, 10-2 コイルパターン
- 12 下コア
- 14 スペース (層)
- 14 a スペース (層) の端部
- 15 絶縁層
- 16~19 薄膜磁気ヘッド
- s スペース (層) の厚さ
- t ギャップの厚さ (ギャップ長)
- l 寿命寸法 (ギャップ深さ)

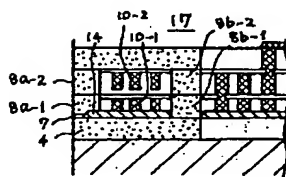
【図1】



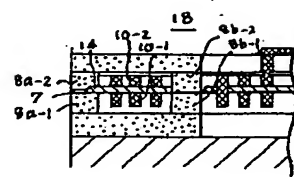
【図2】



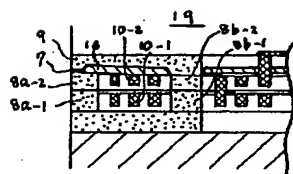
【図3】



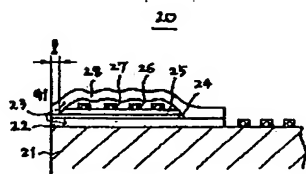
【図4】



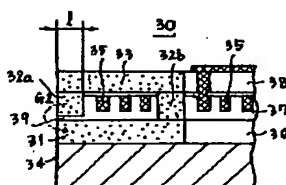
【図5】



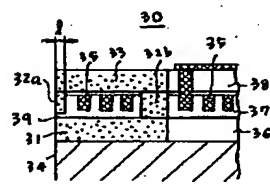
【図8】



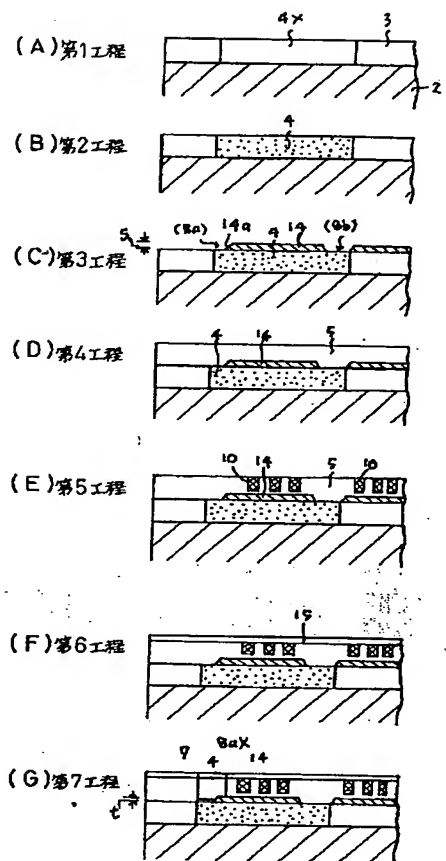
【図9】



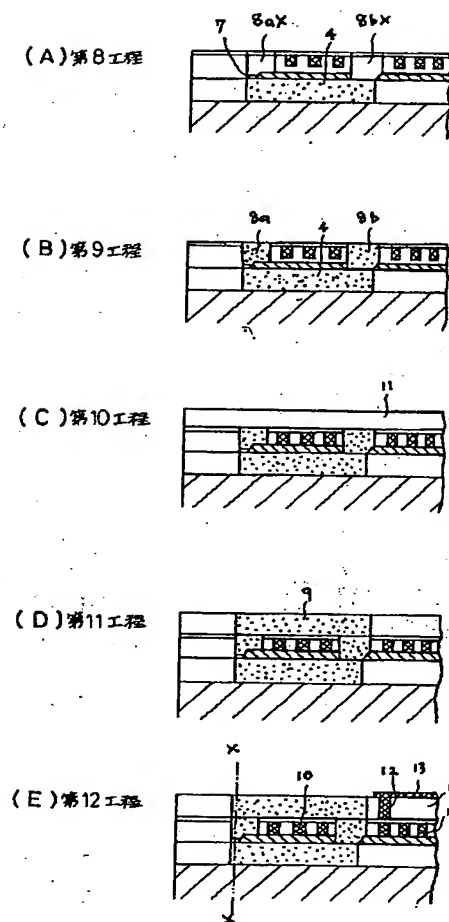
【図10】



【図6】



【図7】





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-006514  
 (43)Date of publication of application : 14.01.1993

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 03-183791  
 (22)Date of filing : 28.06.1991

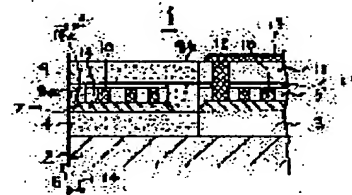
(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD  
 (72)Inventor : FUJISAWA WATARU

## (54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable recording on a high-coercive force medium to be carried out without having partial magnetic flux saturation of intermediate cores since the reduction in the thickness in the perpendicular direction from the medium-facing surface of the intermediate cores is prevented by a spacer even if a life size is set short and to obtain recording characteristics of good efficiency since the leakage of magnetic fluxes can be decreased by the spacer.

**CONSTITUTION:** This invention relates to an improvement of the thin-film magnetic head constituted by forming a lower core 4, an upper core 9 and the intermediate cores 8a, 8b connecting these cores of the magnetic materials in insulating layers 3, 5, 11, the front surfaces of these insulating layers including the connecting surfaces of the above-mentioned cores being approximately flat, and by forming a gap 7 in the juncture between the lower core 4 and the intermediate core 8a. The spacer layer 14 thicker than the gap 7 (layer) is formed between the lower core 4 and the intermediate core 8a holding the gap 7 ( $t < s$ ).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.03.1994  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 2658638  
 [Date of registration] 06.06.1997  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The thin film magnetic head characterized by forming a spacer layer thicker than a gap layer between the cores which sandwich a gap in the thin film magnetic head which the front face of each aforementioned insulating layer where a lower core, an upper core, and the middle core that connects these are constituted by the magnetic substance in an insulating layer, and includes the connection side of each aforementioned core is abbreviation flatness, and comes to form a gap in the connection of the aforementioned core.

[Claim 2] The thin film magnetic head according to claim 1 characterized by being material with the etching rate of spacer layer material later than the etching rate of the insulating-layer material which is a work material.

[Claim 3] A spacer layer is the thin film magnetic head according to claim 1 or 2 characterized by having the shape of a taper to which the thickness of an edge decreased toward the gap.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the suitable thin film magnetic head especially for high-density magnetic recording with respect to the thin film magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] First, with reference to drawing 8, the conventional structure and the conventional manufacture method of the thin film magnetic head 20 are explained. A magnetic film is formed on a substrate 21 and the lower core 22 is formed by photo lithography or etching. The nonmagnetic material 24 is formed so that an edge may serve as a gap (MAG) 23 on the lower core 22. Next, an insulating layer 25 and a conductor layer are formed and it considers as the coil pattern 26 using photo lithography, the etching method, etc. An insulating layer 27 and a magnetic layer are formed on the coil forming face which the coil pattern 26 was formed and the level difference attached, and it considers as the upper core 28.

[0003] In the conventional thin film magnetic head 20, since an insulating layer 27 is formed on the coil pattern 26 with an insulating layer 25 and a level difference and the upper core 28 is further formed on this insulating layer 27, whenever it piles up a layer, the level difference becomes large. For example, the thickness of both the usual cores is about 5 micrometers. Setting just before upper core formation, when the thickness of a coil pattern is about 3 micrometers, a level difference is 10 micrometers. It reaches.

[0004] The resolution by photo lithography became extremely bad on the field with such a level difference, and the resolution about [ of a level difference ] a size was a limit. Therefore, in order to make [ many ] the number of turns of a coil, even if it is going to form the pitch interval of the coil pattern 26 small, since resolution is bad, it cannot do small. Consequently, the length of the vertical cores 22 and 28 formed in the upper and lower sides needed to be made into size, magnetic reluctance became high by the increase in magnetic-path length, and there was a trouble that a performance became bad, as the thin film magnetic head.

[0005] As what solved such a trouble, there is the thin film magnetic head given in JP,3-58308,A for which these people applied previously. This is the thin film magnetic head 30 which formed the slot of a core configuration in the insulating layer by etching, filled up the slot with the magnetic substance, carried out flattening of the front face, accumulated it, and formed the magnetic circuit, as shown in drawing 9. As for a coil pattern, and 36, 37 and 38, the core which 31, 32a, 32b, and 33 become from the magnetic substance, and 35 are [ an insulating layer and 39 ] magnetic gaps.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There were the following troubles in the aforementioned thin film magnetic head 30, it was highly efficient, and it was difficult to offer the reliable thin film magnetic head. \*\* From the field (slider side) where a head counters with a medium to the place which a gap begins to open is usually called a life size or depth of gap (l in drawing 9 and drawing 10), and if this is large, the head life by wear will be extended. However, since magnetic reluctance will become large if too large, at the time of record, the leakage flux in the nose of cam of a gap decreases, and efficiency falls, and at the time of reproduction, in order for an output to decrease, it is necessary to set it as suitable length. For example, in the case of the floating head for magnetic disks, generally, a life size is set up before and after 1 micrometer. However, since the medium opposed face of a middle core and vertical thickness become thin like drawing 10 so that a life size is set up short, a part of magnetic pole tends to be saturated.

[0007] \*\* In order to process a core-like slot for example, by reactant dry etching (RIE) in the thin film magnetic head 30 like drawing 9, an etching side attachment wall tends to serve as a perpendicular configuration, it becomes perpendicular [ the magnetic substance (core) cross section embedded and formed there ], and the core for one layer presents the letter of a block again. And since a ring-like magnetic circuit is formed as a whole by accumulating the core of such a letter of a block, it will have the square core cross-section configuration, and is hard to concentrate magnetic flux (G2 in drawing) at the nose of cam of a magnetic gap as compared with the magnetic flux (G1 in drawing) of the thin film magnetic head shown in drawing 8.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned trouble, a lower core, an upper core, and the middle core that connects these are constituted by the magnetic substance in an insulating layer, and this invention offers the thin film magnetic head in which the spacer layer thicker than a gap layer was formed between the cores which sandwich a gap, in the thin film magnetic head which the front face of each aforementioned insulating layer

including the connection side of each aforementioned core is abbreviation flatness, and comes to form a gap in the connection of the aforementioned core.

[0009] In the thin film magnetic head constituted as mentioned above, since thickness  $L$  of the perpendicular direction from the medium opposed face of the core which sandwiches a gap with a spacer thicker than a gap layer does not become thinner than the life size  $l$  ( $L > l$ ), there is no partial magnetic-flux saturation of a core. Moreover, since the spacer layer was formed between the cores which sandwich a gap, the leakage of magnetic flux decreases.

[0010]

[Example] One example of the thin film magnetic head which becomes this invention is explained in detail with a drawing below. This thin film magnetic head is filled up with the magnetic substance, carries out flattening of the front face, it accumulates it on the slot, forms [ the slot of a core configuration is formed in an insulating layer by etching, and ] a magnetic circuit in it, and forms a spacer layer thicker than a gap layer further between the magnetic layers (core) whose magnetic-gap layers are pinched.

[0011] [Example 1] A view 1 is an outline cross section showing the thin film magnetic head 1 which becomes this invention. As shown in this drawing, the slot which the flat lower insulating layer 3 is formed on the substrate 2, and was formed in this lower insulating layer 3 is filled up with magnetic material, and the lower core 4 formed evenly without the aforementioned lower insulating layer 3 and a level difference is formed.

[0012] The middle insulating layer 5 is formed on the lower insulating layer 3, it is laid under the edge (record-medium opposed face 6) of this middle insulating layer 5 so that middle core 8a which consists of magnetic material may approach with the lower core 4 through a gap (MAG) 7, and it is laid under the inside which separated this middle core 8a and distance so that middle core 8b which consists of magnetic material may join to the lower core 4 directly. It is spirally laid under the interior of the middle insulating layer 5 so that the superficial coil patterns 10 may surround the aforementioned middle core 8b. The end section of the coil pattern 10 joins to the external lead wire 13 through the conductor 12 buried in the through hole drilled in the up insulating layer 11, and an external device and electric connection are possible for it. In addition, 15 is the insulating layer of the coil pattern 10 and the upper core 9.

[0013] Moreover, the up insulating layer 11 is formed on the aforementioned middle insulating layer 5, the upper core 9 is formed in this up insulating layer 11 so that both ends may join to the middle cores 8a and 8b, and the magnetic circuit is formed with the bottom core 4 of the above. Furthermore, the spacer layer 14 (thickness  $s$ ) thicker than a gap (layer) 7 (thickness  $t$ ) is formed on the upper core 9 between the upper core 9 which sandwiches a gap 7, and middle core 8a ( $t < s$ ). The thickness of edge 14a of the spacer layer 14 decreases toward a head point (the record-medium opposed face 6, gap 7), and edge 14a of the spacer layer 14 is a taper-like.

[0014] Thus, in the thin film magnetic head 1 which becomes this invention, three flat insulating layers 3, i.e., a lower insulating layer, the middle insulating layer 5, and the up insulating layer 11, are accumulated, and since the magnetic layer formed in the predetermined part in these insulating layers is connected and the magnetic circuit is formed, a photolithography becomes possible by each insulating stratification plane without a level difference. Therefore, since a small coil pattern and magnetic core which was excellent in the dimensional accuracy are obtained, magnetic reluctance is low and becomes possible [ obtaining the powerful thin film magnetic head ].

[0015] Furthermore, since thickness  $L$  of the perpendicular direction from the medium opposed face of middle core 8a does not become thin with a spacer 14 even if it sets up a life size ( $l$  in drawing) short, there is no partial magnetic-flux saturation of a core, and it becomes a high coercive-force medium recordable. Moreover, since the leakage of magnetic flux can be decreased by forming a spacer (layer) 14, an efficient recording characteristic is obtained. Furthermore, since the magnetic field for a head point (a near gap) concentrates at the nose of cam of a gap by making edge 14a of a spacer 14 into a taper configuration, efficient writing is attained.

[0016] Next, the manufacture method of the thin film magnetic head 1 is explained with reference to drawing 6 and drawing 7.

The 1st process (A of drawing 6)

a substrate 2 —  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ , and  $\text{WO}_3$  etc. — an insulating layer 3 — 1–10 micrometers It forms in thickness by the sputter, vacuum evaporation, CVD, etc., and slot 4X of a core configuration is formed in it by photo lithography and etching.

[0017] The 2nd process (B of drawing 6)

The soft-magnetism thin film, which made Fe, Co, and nickel the principal component is formed with a sputter, vacuum evaporation, CVD, plating, etc. more thickly than the depth of the aforementioned slot 4X, polish removes an excessive upside magnetic layer, flattening of the front face is carried out, and it considers as the lower core 4.

[0018] The 3rd process (C of drawing 6)

Etching agent 4, for example, CF, It is 1–several micrometers to the dry etching to depend about the low material (for example,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  grade) of an etching rate. Membranes are formed by the sputter etc. by thickness and the portion which a middle core (8a, 8b) and the lower core 4 connect by methods, such as ion milling, is removed. This layer serves as a spacer 14 (thickness  $s$ ). Moreover, a magnetic field can be made steeper by making edge 14a of a spacer 14 into a taper configuration. A taper configuration is easily acquired by choosing an ion beam incident angle suitably at the time of ion milling processing.

[0019] The 4th process (D of drawing 6)

a lower core 4 and spacer 14 top —  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ , and  $\text{WO}_3$  etc. — an insulating layer 5 — 1–5 micrometers It forms.

[0020] The 5th process (E of drawing 6)

the inside of an insulating layer 5 — a core — the same — a coil-like slot — etching — forming — conductors, such as Cu, aluminum, Au, and Ag, — a film is formed with vacuum evaporation, a sputter, plating, etc., polish removes the upper excessive conductor, flattening of the front face is carried out, and it is considered as a coil 10. Since it is considered as the material with an etching rate later than the insulating layer 5 whose spacer 14 is a work material at the time of formation of this coil slot, a spacer 14 works as an etching stopper, etching stops in the upper part of a spacer 14, and it prevents that etching advances to the lower core 4. By the spacer 14, the electric insulation with a coil 10 and the lower core 4 is taken.

[0021] The 6th process (F of drawing 6)

the electric insulation with an upper core (9) and a coil 10 sake — SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, and WO<sub>3</sub> etc. — insulating layer 15 0.1–1 micrometer It forms.

[0022] The 7th process (G of drawing 6)

Slot 8aX of anterior part middle core 8a is formed by photo lithography and etching. At this time, even the magnetic substance of the lower core 4 does not \*\*\*\*\* but it leaves slot 8aX by gap length, etching is stopped (thickness t), and the insulating layer which remained serves as a gap (MAG) 7. Since the spacer 14 which is in the middle of etching and is exposed has the small etching rate, most reduction of the thickness by etching does not have it.

[0023] Octavus process (A of drawing 7)

Posterior part middle core slot 8bX is \*\*\*\*\*ed. At this time, slot 8bX \*\*\*\*\*s until it reaches the lower core 4.

[0024] The 9th process (B of drawing 7)

The soft-magnetism thin film which made Fe, Co, and nickel the principal component at slot 8aX of a middle core and 8bX is fabricated with a sputter, vacuum evaporation, CVD, plating, etc. more thickly than the depth of flute, polish removes an excessive upside magnetic layer, flattening of the front face is carried out, and it is considered as the middle cores 8a and 8b.

[0025] The 10th process (C of drawing 7)

middle core 8a and 8b top — SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, and WO<sub>3</sub> etc. — an insulating layer 11 — 1–10 micrometers It forms.

[0026] The 11th process (D of drawing 7)

The upper core 9 as well as the lower core 4 is formed in an insulating layer 11.

[0027] The 12th process (E of drawing 7)

the insulating layer 11 of the upper layer of a coil 10 — a through hole — etching — forming — the inside of a through hole — a conductor 12 — being filled up — conductors, such as Cu, aluminum, Au, and Ag, — a film — vacuum evaporation, a sputter, plating, etc. — 1 micrometer It forms approximately and lead wire 13 is formed by photo lithography and etching. Finally a chip is cut, and it is processed according to processes, such as polish, on X-X line, and is made the configuration of the predetermined magnetic head.

[0028] [Example 2] A view 2 is the thin film magnetic head 16 which set up the gap (MAG) 7 between the upper core 9 and middle core 8a. In this thin film magnetic head 16, the spacer 14 is formed between the upper core 9 and middle core 8a.

[0029] [Example 3] A view 3 is the thin film magnetic head 17 which consisted of core 8a-2 and 8b-2 between core 8a-1, 8b-1, and Kaminaka between the two-layer coil pattern 10-1, 10-2, and two-layer Shimonaka, and set up the gap (MAG) 7 between core 8a-1 between the lower core 4 and Shimonaka. This thin film magnetic head 17 has formed the spacer 14 between core 8a-1 between the lower core 4 and Shimonaka.

[0030] [Example 4] A view 4 is the thin film magnetic head 18 which consisted of core 8a-2 and 8b-2 between core 8a-1, 8b-1, and Kaminaka between the two-layer coil pattern 10-1, 10-2, and two-layer Shimonaka, and set up the gap (MAG) 7 among core 8a-2 between core 8a-1 and Kaminaka between Shimonaka. In this thin film magnetic head 18, the spacer 14 is formed among core 8a-2 between core 8a-1 and Kaminaka between Shimonaka.

[0031] [Example 5] A view 5 is the thin film magnetic head 19 which consisted of core 8a-2 and 8b-2 between core 8a-1, 8b-1, and Kaminaka between the two-layer coil pattern 10-1, 10-2, and two-layer Shimonaka, and set up the gap (MAG) 7 among core 8a-2 between the upper core 9 and Kaminaka. In this thin film magnetic head 19, the spacer 14 is formed among core 8a-2 between the upper core 9 and Kaminaka.

[0032] Also in the thin film magnetic heads 14–17 shown in examples 2–5, a flat insulating layer is accumulated, and since the magnetic layer formed in the predetermined part in these insulating layers is connected and the magnetic circuit is formed, a photolithography becomes possible by each insulating stratification plane without a level difference. Therefore, since small coil pattern and magnetic core which was excellent in the dimensional accuracy are obtained, magnetic reluctance is low and becomes possible [obtaining the powerful thin film magnetic head].

[0033] Furthermore, since thickness L of the perpendicular direction from the medium opposed face of middle core 8a does not become thin with a spacer 14 even if it sets up a life size (l in drawing) short, there is no partial magnetic-flux saturation of a core, and it becomes a high coercive-force medium recordable. Moreover, since the leakage of magnetic flux can be decreased by forming a spacer (layer) 14, an efficient recording characteristic is obtained. Furthermore, since the magnetic field for a head point (a narrow gap) concentrates at the nose of cam of a gap by making edge 14a of a spacer 14 into a taper configuration, efficient writing is attained.

[0034]

[Effect of the Invention] The middle core to which the thin film magnetic head which becomes this invention connects a lower core, an upper core, and this is constituted by the magnetic substance in an insulating layer. In the thin film magnetic head which the front face of each aforementioned insulating layer including the connection

side of each aforementioned core is abbreviation flatness, and comes to form a gap in the connection of the aforementioned core. Since a spacer layer thicker than a gap layer is formed between the cores which sandwich a gap and the thickness of the perpendicular direction from the medium opposed face of the core which sandwiches a gap with a spacer does not become thin even if it sets up a life size short. Since there is no partial magnetic-flux saturation of a core, it becomes a high coercive-force medium recordable and the leakage of magnetic flux can be further decreased with a spacer, an efficient recording characteristic is obtained.

---

[Translation done.]